نشریه مهندسی عمران فردوسی،۳۶، ۲، ۱۴۰۲. (۷۲-۶۱)



مهندسی عمران فردوسی

https://civil-ferdowsi.um.ac.ir/





انجمن بتن ایران

انجمن مهندسی روسازی ایران

مدل‌سازی و تحلیل شدت تصادفات با علت تامه عدم توجه به جلو در دوران محدودیت‌های تردد کرونا با رگرسیون لجستیک*

مقاله پژوهشی

مازیار ابوالفضل‌زاده [۱]   سید ابراهیم عبدالمنافی [۲]   حسن خاکسار [۳]

DOI: 10.22067/jfcei.2023.81395.1217

چکیده *تصادفات رانندگی یکی از عامل‌های اصلی مرگ در جهان محسوب می‌شود. آمارهای تصادفات نشان می‌دهد که عدم توجه به جلو بیشترین علل تامه تصادفات می‌باشد. از زمان شیوع کووید-۱۹، سیاست‌های محدودیت سفر که به در شهرهای جهان اتخاذ شد، نقش عمیقی در تغییر الگوهای سفر ایفا کرد. یکی از عواملی که در سال‌های اخیر بر رفتار ترافیکی تأثیرگذار بود، همه‌گیری کرونا بود. از همین‌رو محدودیت‌هایی برای ترددها وضع شد و رفتارهای ترافیکی متأثر بر آن بود. منع تردد سبب استفاده بیش از حد کاربران راه برای برقراری ارتباط به وسیله اپلیکیشن‌های ارتباطی در گوشی‌های همراه گشت. بررسی عدم توجه به جلو در کنار دیگر عوامل تأثیرگذار در شدت تصادفات، با استفاده از مدل‌های شدت تصادفات بر حسب پارامتر مؤثر در آن، امکان‌پذیر است. در این مقاله تصادفات درون‌شهری با علت تامه عدم توجه به جلو در طی دوران همه‌گیری کرونا با استفاده از رگرسیون لجستیک و اطلاعات مربوط به سال‌های ۱۳۹۷ تا ۱۴۰۱ در سه بازه زمانی ۲۰ ماه قبل از شیوع کرونا، ۲۰ ماه حین همه‌گیری کرونا و ماه‌های اعلام پایان کرونا و برداشتن منع ترددها مورد تحلیل قرار گرفت. مدل نهایی نشان می‌دهد که متغیرهای مستقل روز چهارشنبه، رانندگان مرد مقصر بالای ۶۰ سال، نحوه برخورد جلو به جلو و وسیله نقلیه مقصر پراید سبب افزایش احتمال وقوع تصادف فوتی یا جرحی نسبت به تصادف خسارتی می‌شوند. متغیرهایی با ضرایب منفی (ساعت ۶ تا ۲۱، شرایط سطح راه خشک، آب و هوای صاف و وضعیت روشنایی روز) سبب کاهش احتمال وقوع تصادف فوتی یا جرحی نسبت به تصادف خسارتی می‌شوند.*

واژه‌های کلیدی شدت تصادفات، عدم توجه به جلو، کووید-۱۹، رگرسیون لجستیک.

Modeling and Analyzing the Accidents Severity due to the Lack of Attention to the Front in COVID-19 Restrictions using Logistic Regression

Maziar Abolfazlzadeh   Seyed Ebrahim Abdolmanafi   Hassan Khaksar

Abstract *Traffic accidents are considered as one of the main causes of the worldwide death. Statistics indicate that the failure in keeping an eye on the road is the most common cause of accidents. Since the outbreak of COVID-19, policies executed extensively regarding travel restriction around the world have played a significant role in changing urban travel patterns. Relatedly, the global COVID-19 pandemic can be counted as one of the most influential factors in traffic behavior during recent years. As a result, since new driving regulations were established for urban and suburban traffic, therefore, traffic behaviors were affected by the aforesaid laws. In this regard, it is worth adding that travel prohibitions have led users to rely excessively on social applications to establish the missing communication. In this respect, alongside other influential factors in the severity of accidents, analyzing the failure in keeping an eye on the road through using accident severity models based on the effective parameter is possible. In this article, urban accidents that are related to the failure in keeping an eye on the road during the COVID-19 pandemic are analyzed by using logistic regression. Respectively, the data of this article covers the number of accidents from 2018 to 2022 in three intervals: 20 months before the spread of COVID-19, 20 months during the COVID-19 pandemic, and after eradication of urban traffic restrictions in Rasht city. The final model shows that the independent variables of Wednesday, male drivers over 60, bumper-to-bumper collision, and a specific car named Pride increase the probability of accident with fatal or light injuries compared to a property damage accident. Variables with negative coefficients (hours from 6 to 21, dry road surface conditions, clear weather, and daylight conditions) reduce the probability of accidents with fatal or light injuries compared to a property damage accident.*

Keywords Accidents Severity, Covid-19, Logistic Regression, Failure in Keeping an Eye on the Road.

* تاریخ دریافت مقاله ۱۴۰۱/۱۲/۱۱ و تاریخ پذیرش آن ۱۴۰۲/۴/۳ می‌باشد.

Email: mz.abolfazlzadeh@gmail.com

(۱) نویسنده مسئول: دانشجوی کارشناسی ارشد حمل و نقل، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال.

(۲) استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال.

(۳) استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال.

مقدمه

وقوع حوادث در دنیای امروز اجتناب‌ناپذیر است، اما عواملی که ممکن است باعث آن شوند، قابل شناسایی و پیشگیری هستند. این دلایل را می‌توان مورد تجزیه و تحلیل قرار داد و عملکردهای مفیدی را برای کاهش حوادث انجام داد. از آنجایی که تصادفات رانندگی یک دلیل چند عاملی است، شناسایی دلایل و بررسی دقیق وضعیت فعلی گامی اساسی در کاهش و کنترل حوادث است که بدون آن، برنامه‌ریزی و مدیریت آنها میسر نمی‌شود؛ بنابراین اولویت اصلی سازمان‌های ذی‌ربط باید شناسایی علل اصلی تصادفات باشد.

در پی بحران همه‌گیری بیماری کرونا در نقاط مختلف جهان، شیوع کرونا در ایران به صورت رسمی در ۳۰ بهمن ۱۳۹۸ تأیید شد. از اسفند ۱۳۹۸ وضعیت در ایران از سفید خارج و وارد وضعیت زرد شد. نیمه دوم اسفند ۱۳۹۸ طبق اعلام رسمی ویروس جدید کرونا تقریبا تمامی استان‌های کشور را در برگرفته بود. از همین‌رو قوانین و مقرارات جدید رانندگی برای ترددهای شهری و برون‌شهری وضع شد و رفتارهای ترافیکی متأثر بر آن قوانین بود. ممکن است در دوران کرونا به دلیل محدودیت‌ها و مقررات جدیدی که برای کاهش شیوع بیماری اعمال شده است، فعالیت‌های رانندگی و ترافیک در برخی مناطق کاهش یابد. این می‌تواند به کاهش تعداد تصادفات شهری منجر شود. از طرف دیگر، ممکن است برخی رانندگان به دلیل نگرانی‌ها و استرس‌های اضافی ناشی از شرایط کرونا، عملکرد ضعیفتری در رانندگی داشته باشند که می‌تواند به افزایش تعداد تصادفات منجر شود. در راستای محدودیت‌های تردد، عامل عدم توجه به جلو به عنوان نحوه برخورد وقوع تصادف در دوران همه‌گیری کرونا مورد تحلیل قرار گرفت تا میزان اثرات این عامل در کنار عوامل معمول تصادفات بررسی و مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرند. در سال ۱۳۹۹ که از ابتدای آن سال محدودیت‌های ترافیکی وضع شده بود، تعداد ۱۵،۳۹۶ فوت ناشی از تصادف رانندگی در سازمان پزشکی قانونی به ثبت رسیده است. استان‌های فارس، تهران، اصفهان، کرمان، سیستان و بلوچستان، گیلان، مازندران، خراسان رضوی، آذربایجان شرقی و غربی بیشترین سهم کشته‌شدگان را در سال ۱۳۹۹ داشته‌اند. ۱۶ هزار و ۷۷۸ نفر در تصادفات سال ۱۴۰۰ جان خود را از دست دادند و ۳۱۷ هزار و ۱۲۰ نفر مصدوم شدند.

بازه زمانی بررسی تحقیق به وسیله دیتای تصادفات شهر رشت از ابتدای فروردین ۱۳۹۹ به عنوان شروع قوانین اعمال محدودیت‌های ترافیکی، تا ۳۰ آبان ۱۴۰۰، که پایان محدودیت ترافیکی اعلام شد، می‌باشد. بر اساس آمار تصادفات شهری رشت، مستخرج شده از اداره پلیس راهور شهر رشت، در بازه ۲۰ ماهه، از ابتدای اعمال محدویت‌های تردد در اول فروردین سال ۱۳۹۹ تا ۳۰ آبان‌ماه ۱۴۰۰ که اعلام پایان محدودیت‌های تردد بود، تعداد ۴۵۲۳ تصادف وسیله نقلیه با وسیله نقلیه، در محدوده شهری رشت گزارش شده است. در حالی که در بازه ۲۰ ماه قبل از شیوع کرونا این تعداد، ۴۰۲۶ تصادف اعلام شده بود. این آمار نشان دهنده افزایش تصادف در دوران ممنوعیت تردد کرونایی در کشور بوده است. مطالعات بسیاری در دنیا انجام شده است که نشان می‌دهد عدم توجه به جلو یکی از شایعترین علل تامه تصادفات می‌باشد که مطالعه حاضر با استفاده از اطلاعات تصادفات، اقدام به مدل‌سازی لجستیک و بررسی و شناسایی پارامتر عدم توجه به جلو به عنوان عامل تأثیرگذار بر تصادفات جرحی و فوتی شده است تا تأثیر ممنوعیت ترددها و بار روانی و رفتارهای کاربران راه در دوران همه‌گیری کرونا بر این پارامتر مورد تحلیل قرار گیرد. در ادامه سایر عوامل نیز مورد تحلیل قرار گرفت تا دیگر عوامل دخیل در تصادفات شهری مورد بررسی قرار گیرد.

پیشینه تحقیق

به دلیل نتایج و فواید قابل توجه مدل‌سازی تصادفات، تاکنون تلاش‌های بسیاری در زمینه ارائه مدل‌های پیش‌بینی تصادفات صورت گرفته‌اند. از آنجایی که مطالعه حاضر در خصوص تأثیر همه‌گیری کرونا بر تصادفات شهری می‌باشد، به مرور چند مطالعه اخیر انجام شده در این مورد نیز پرداخته می‌شود.

مطالعه اول توسط جیتای‌لی و همکارش[1]، با موضوع تأثیر سیاست‌های محدودیت سفر کوید-۱۹ بر الگوهای تصادفات جاده‌ای با تأکید بر دوچرخه‌سواران با مطالعه موردی شهر نیویورک، انجام پذیرفت. هدف این مطالعه ارائه نگرش‌ها و راهنمایی‌های سیاستی جدید در رابطه با تأثیر سیاست‌های محدودیت سفر مرتبط با کوید-۱۹ بر الگوهای تصادفات جاده‌ای، با تأکید بر ایمنی دوچرخه‌سواران بود. با تجزیه و

تحلیل داده‌های تصادفات در شهر نیویورک و برآورد سه مدل لاجیت اثر ثابت بر روی وقوع انواع مختلف تصادفات در یک منطقه کدبندی شده و بازه زمانی معین، یافته‌های زیر را به دست آوردند: در حالی که تعداد کلی تصادفات جاده‌ای در نیویورک پس از اجرای سیاست ماندن در خانه به شدت کاهش یافت، میانگین شدت آن افزایش یافت. میانگین تعداد کشته یا مجروح شدن دوچرخه‌سواران در هر تصادف نسبت به سطوح مشابه در سال‌های گذشته بیش از سه برابر شده است. این مقاله به درک تأثیر سیاست‌های محدودیت سفر کوید-۱۹ بر تصادفات مربوط به دوچرخه‌سواران کمک می‌کند و خطرات بالاتری را برای دوچرخه‌سواران به‌عنوان پیامد ناخواسته سیاست‌های محدودیت سفر نشان می‌دهد و ابزاری تحلیلی برای ارزیابی تأثیر ایمنی جاده‌ها در صورت در نظر گرفتن محدودیت‌های سفر در آینده ارائه می‌کند.

در مطالعه بعدی اسکار سالادی و همکارانش [2]، تأثیر قرنطینه کووید-۱۹ بر کاهش تصادفات در استان تاراگونا در کشور اسپانیا را مورد بررسی قرار دادند. این مقاله تأثیری را که قرنطینه‌ای که توسط دولت اسپانیا برای مبارزه با گسترش کوید-۱۹ بر تصادفات رانندگی در استان تاراگونا (اسپانیا) گذاشته است، تحلیل می‌کند. در طول دوره مورد مطالعه قرنطینه (۱۶ مارس تا ۲۶ آوریل ۲۰۲۰) تعداد تصادفات در روز ۷۴,۳ درصد در مقایسه با ۱۴-۲۰ فوریه (هفته مرجع) و ۷۶ درصد نسبت به دوره مشابه در ۲۰۱۸-۲۰۱۹، کاهش داشته است. این نشان‌دهنده تأثیر مثبت چند برابری کاهش ترافیک بر ایمنی جاده‌ها است. یافته‌های آنها شواهد جدیدی از تأثیر مخرب همه‌گیری کوید-۱۹ بر حمل و نقل و نحوه استفاده از آن به‌عنوان کاتالیزوری برای ارتقای سیستم‌های حمل و نقل پایدار و ایمنتر ارائه می‌دهد. این کاهش تصادفات بیشتر از کاهش تحرک در مدت مشابه (۶۲/۹ درصد) بوده است. این امر نشان‌دهنده تأثیر مثبت چند برابری کاهش ترافیک بر ایمنی جاده‌ها است.

در یک مطالعه دیگر ابراهیم شایک و همکارش[3]، مقاله‌ای با عنوان مروری بر تأثیر کوید-۱۹ بر ایمنی ترافیک جاده‌ای و رفتار سفر به چاپ رسانده‌اند. مطالعه حاضر تلاش کرد تا مروری بر تأثیر همه‌گیری کووید-۱۹ بر تصادفات ترافیکی، مرگ و میر و جراحات و همچنین رفتار سفر جاده‌ای ارائه دهد. مشخص شد که بزرگی کووید-۱۹ منجر به تصادفات و جراحات کمتر و همچنین کاهش عملکرد ایمنی جاده‌ها، اما تصادفات جدیتر می‌شود. نتایج این مطالعه دارای پیامدهای قانونی قابل توجهی است و همچنین می‌توانند به راهنمایی چگونگی مدیریت قرنطینه بیشتر از نظر ایمنی ترافیک و رفتار سفر کمک کند.

برگ‌گل و کیومرثی [4]، با استفاده از داده‌های مربوط به تصادفات شهر رشت در سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ و همچنین استفاده از روش آماری تحلیل مسیر، پارامترهای مؤثر بر انواع برخوردهای صورت گرفته در تصادفات موتورسیکلت‌ها را مورد بررسی قرار دادند. آنها با تمرکز بر روی تأثیر عواملی همچون سن موتورسوار، زمان وقوع تصادف و شرایط محیطی و سطحی جاده به این نتیجه رسیدند که بیشترین نوع برخورد، برخورد پهلو جلو و کمترین نوع برخورد، برخورد با شیء ثابت بود و متغیر وضعیت آب و هوا با ۰/۳۵۵ واحد بیشترین تأثیر و متغیر وضعیت روشنایی مسیر با تأثیر ناچیز ۰/۰۰۱ کمترین تأثیر را بر تنوع برخوردها داشت.

در مطالعه‌ای دیگر، برگ‌گل و صومعه‌سرایی [5] به بررسی تأثیر هر یک از انواع خودروها بر شدت تصادفات پرداختند. آنها در این مطالعه خودروهای مقصر و غیرمقصر در تصادفات را به تفکیک وسایل نقلیه ساخت داخل، خارج از کشور، منطقه آزاد، تاکسی و وسایل نقلیه سنگین تفکیک و دسته‌بندی کردند. نتایج مطالعات آنها نشان داد که در شهر رشت خودروی پراید هم به صورت مقصر و غیرمقصر در شدت تصادفات تأثیرگذار می‌باشند.

مدل‌های پیش‌بینی تصادفات برای مسیرهای شهری در مطالعه‌ای در سال ۲۰۰۳ توسط پل گریب برای بررسی تصادفات رخ داده در تقاطع‌ها و خیابان‌ها به صورت جداگانه انجام شد. متغیرهایی که توصیف کننده جریان ترافیک هستند به خصوص برای تقاطع‌ها تأثیرگذار و برای مدل‌های مربوط به مسیرها متغیرهایی چون تعداد خروجی‌ها، ورودی‌ها به مسیر، وضعیت پارکینگ و محدودیت سرعت در وقوع تصادف مؤثر شناخته شده‌اند [6].

یان و همکاران [7] تحقیقی با عنوان مشخصات تصادفات از نوع برخورد به عقب در تقاطع‌های زمانبدی شده با استفاده از مدل رگرسیون لجستیک چندگانه مدل‌سازی تصادفاتی که از

نوع برخورد به عقب در تقاطع‌های زمان‌بندی شده می‌باشد را مورد بررسی قرار دادند. نتایج این مطالعه نشان داد که هفت فاکتور مربوط به محیط (مسیر) شامل تعداد خطوط، مجزا یا غیرمجزا بودن مسیرها، زمان تصادف، شرایط سطح مسیر، داخل یا حومه شهر بودن تصادف، محدودیت سرعت و پنج فاکتور مربوط به مقصر شامل نوع وسیله، سن راننده، مصرف کردن یا نکردن مشروبات الکلی، ملیت راننده و چهار فاکتور مربوط به وسیله مورد تصادف واقع شده شامل نوع وسیله، سن راننده، ملیت راننده از مهمترین فاکتورهای مؤثر در تصادفات شناسایی شده‌اند.

در مطالعه دیگر نجفی مقدم گیلانی و همکاران [8] به بررسی متغیرهای تأثیرگذار بر تصادفات شهر رشت پرداختند. در این مطالعه آنها تأثیر ۱۴ متغیر را بر شدت تصادفات معابر شهری مورد بررسی قرار دادند. علاوه بر این با استفاده از روش رگرسیون لوجیت و الگوریتم‌های فراابتکاری به مدل‌سازی و پیش‌بینی شدت تصادفات پرداختند. نتایج مطالعات آنها با استفاده از تحلیل آزمون فیریدمن نشان داد که وضع روشنایی معابر، رده عملکردی معابر و وضع آب و هوا به ترتیب رتبه های اول و سوم تأثیرگذار بر تصادفات را شامل می‌شدند. از طرفی کاربری زمین دارای رتبه پنجم تأثیرگذار بر تصادفات بعد از نوع وسیله نقلیه می‌باشد. علاوه بر این نتایج مدل‌سازی‌ها نشان داد که با ۹۵ درصد اطمینان کاربری زمین و رده عملکردی معابر از جمله متغیرهای تأثیرگذار بر شدت تصادفات می‌باشند.

حنیف بوییان در مطالعه‌ای که در سال ۲۰۲۲ در بنگلادش انجام داد، به نتایج زیر رسید. در ابتدا بر اساس آمار نشان داده شد در این کشور روزانه بیش از ۸ نفر در تصادفات جاده‌ای جان خود را از دست می‌دهند. بر اساس سوابق رسمی تصادفات در سال ۲۰۱۶، ۳۴۱۲ نفر مجروح شدند و ۸۵۷۲ نفر دیگر در تصادفات جاده‌ای به شدت مجروح شدند. در سال بعد تعداد تلفات به ۴۲۸۴ کشته و ۹۱۱۲ جرحی شدید افزایش یافت. انجمن رفاه مسافران بنگلادش اعلام کرد که در بحبوحه قرنطینه ناشی از کووید-۱۹ در سال ۲۰۲۰ در بنگلادش ۶۶۸۶ نفر جان خود را از دست دادند و ۸۶۰۰ نفر نیز مجروح شدند که نشان می‌دهد تعداد تلفات به طرز قابل توجهی کاهش یافته است. در نتایج حاصل از درخت تصمیم می‌توان دید از ۱۴ ویژگی مستقل تعداد ۹ ویژگی به عنوان عوامل تأثیرگذار شناخته شدند. ویژگی‌های مهم مرتبط با شدت تصادفات شامل مشخصات راننده (جنس، نوع گواهینامه و کمربند ایمنی)، ویژگی‌های وسایل نقلیه (نوع وسیله نقلیه)، ویژگی‌های جاده (نوع سطح جاده، طبقه‌بندی جاده)، شرایط محیطی (روز وقوع تصادف، زمان تصادف) و محلی‌سازی آسیب این نتیجه ممکن است به بهبود ایمنی ترافیک بنگلادش کمک کند [9].

با توجه به مطالعات پیشین که در این قسمت به تعدادی از آنها اشاره شد، بررسی عوامل مؤثر بر شدت تصادفات همواره قابل توجه پژوهشگران بوده است و مدل‌سازی با استفاده از رگرسیون لجستیک می‌تواند در این راستا مفید واقع شود.

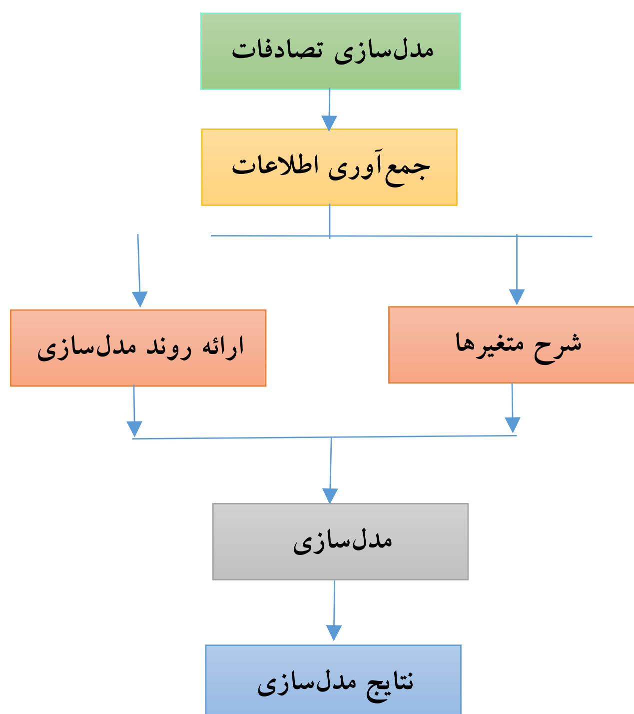
روش تحقیق

مکان مورد مطالعه. مطالعه حاضر در شهر رشت انجام گرفته است. این شهر یکی از شهرهای ایران و مرکز استان گیلان است. این شهر بزرگترین و پرجمعیتترین شهر شمال ایران نیز محسوب می‌شود. بر اساس سرشماری رسمی در سال ۱۳۹۵ جمعیت آن ۶۷۹,۹۹۵ نفر بوده است و تراکم جمعیت شهر رشت ۴۳۴۰ نفر در هر کیلومتر مربع است. (در شکل ۱ موقعیت جغرافیایی و محدوده شهری رشت نشان داده شده است).

جمع‌آوری اطلاعات. به‌منظور انجام تحقیق و بررسی در زمینه بهبود سیستم ایمنی راه‌ها، اطلاعات تصادفات که موضوعاتی از قبیل زمان حادثه، مشخصات انسانی، مشخصات محیطی و مشخصات تصادف را شامل می‌شود، باید جمع‌آوری شوند. اطلاعات مورد استفاده از فرم‌های کام ۱۱۴ که توسط پلیس راهنمایی و رانندگی برای ثبت اطلاعات تصادفات مورد استفاده قرار می‌گیرند، در بازه دوران شروع کووید و اعمال محدودیت-های تردد درون‌شهری و برون‌شهری که از ابتدای فروردین ۱۳۹۹ بود، تا پایان اعمال محدودیت‌ها که در آبان ۱۴۰۰ بود، مورد استفاده قرار گرفت. این اطلاعات تصادفات محل وقوع تصادف، نام خیابان، زمان وقوع تصادف شامل سال، ماه، روز، ساعت، عناصر دخیل در تصادف شامل انسان، وسیله نقلیه، حیوانات، اشیای کنار جاده و غیره، شرایط محیطی شامل آب و هوا، نور و شرایط سطح جاده، علت وقوع تصادف شامل مسیر کاربر راه، نوع تصادف و نوع خطاها را در بر می‌گیرد. شکل (۲) روند مدل‌سازی تصادفات و روند تحقیق را نشان داده است.



شکل ۱ موقعیت جغرافیایی و محدوده شهری رشت



شکل ۲ روند تحقیق مدل‌سازی تصادفات شهری

شرح متغیرها و روند مدل‌سازی. رگرسیون لجستیک (Logistic regression) یک روش آماری است که برای تجزیه و تحلیل رابطه بین یک متغیر وابسته و یک یا چند متغیر مستقل استفاده می‌شود. در زمینه تجزیه و تحلیل تصادف، از رگرسیون لجستیک می‌توان برای تجزیه و تحلیل عواملی استفاده کرد که در احتمال وقوع حادثه نقش دارند.

در رگرسیون لجستیک، متغیر وابسته دو قطبی است (یعنی دو نتیجه ممکن دارد)، مانند اینکه آیا حادثه‌ای رخ داده است یا خیر. متغیرهای مستقل پیوسته یا مقوله‌ای هستند، مانند سن یا شرایط جاده. مدل رگرسیون لجستیک احتمال اینکه متغیر وابسته یک مقدار خاص باشد (مثلا احتمال وقوع حادثه) را بر اساس مقادیر متغیرهای مستقل تخمین می‌زند.

مدل رگرسیون لجستیک یک معادله ریاضی است که یک نتیجه باینری (Binary) را پیش‌بینی می‌کند [10] (یعنی یک متغیر وابسته که می‌تواند تنها دو مقدار ممکن مانند «بله» یا «نه»، «موفقیت» یا «شکست» و غیره را تحلیل کند). شکل کلی معادله رگرسیون لجستیک به شرح رابطه (۱) است.

$$p = \frac{1}{1 + e^{-(b_0 + b_1x_1 + \ldots + b_nx_n)}} \qquad (1)$$

که در آن:

P: احتمال پیش‌بینی شده نتیجه باینری است،

b_0: مقدار ثابت رگرسیون است،

b_1، b_2، ... و b_n ضرایب برای متغیرهای مستقل x_1، x_2، ... و x_n است.

ضرایب b_1، b_2، ... و b_n از داده‌ها با استفاده از یک روش تخمین حداکثر درست‌نمایی تخمین زده می‌شوند، که مقادیر ضرایبی را پیدا می‌کند که احتمال مشاهده داده‌های مدل را به حداکثر می‌رساند. سپس از ضرایب تخمین زده شده می‌توان برای پیش‌بینی احتمال نتیجه باینری برای مشاهدات جدید استفاده کرد.

به منظور مدل‌سازی تصادفات درون‌شهری رشت از مدل لجستیک ساده با استفاده از نرم‌افزار SPSS استفاده شد. برای شروع مدل‌سازی نیاز به دو دسته متغیر وابسته و متغیر یا متغیرهای مستقل می‌باشد. متغیر وابسته در این تحقیق سطوح مختلف شدت تصادف می‌باشد که به سه دسته خسارتی، جرحی و فوتی طبقه‌بندی شده است. تصادفات فوتی با تصادفات منجر به جرح ادغام گردید و متغیر وابسته به دو دسته تصادفات منجر به خسارت و تصادفات منجر به جرح و فوت تقسیم‌بندی شد. نزدیک به ۸۴ درصد از نمونه‌های تصادفات، از نوع خسارتی و ۱۶ درصد تصادفات منجر به جرح یا فوت هستند. متغیرهای مستقل شامل انواع مختلف پارامترهای مؤثر در تصادفات می‌باشد. از طرفی به منظور استفاده از رگرسیون لجستیک در روند مدل‌سازی، داده‌ها باید به صورت متغیرهای دوتایی درآید. لذا کلیه متغیرها به این صورت که عدد ۱ نشانگر دخالت متغیر در تصادف مورد نظر و عدد صفر نشانگر عدم دخالت متغیر در تصادفات به صورت متغیرهای دوتایی تبدیل شده‌اند. در جدول (۱) شرح متغیرها به همراه درصد فراوانی هر یک آورده شده است.

مدل‌سازی و تحلیل نتایج

برای مدل‌سازی تصادفات با علت تامه عدم توجه به جلو، از روش‌های داخل شدن، پس‌رو (Backward) و پیش‌رو (Forward) مدل‌سازی لوجیت استفاده شد. رگرسیون لجستیک به پس‌رو و پیش‌رو تکنیک‌هایی هستند که برای خودکارسازی فرایند انتخاب متغیرهای پیش‌بینی کننده برای مدل‌های رگرسیون لجستیک استفاده می‌شوند. در رگرسیون لجستیک پس‌رو، مدل با همه متغیرهای پیش‌بینی‌کننده موجود شروع می‌شود و کم‌اهمیت‌ترین متغیر را یکی یکی حذف می‌کند تا زمانی که مرتبط‌ترین متغیرها شناسایی شوند. در رگرسیون لجستیک پیش‌رو، مدل با یک متغیر پیش‌بینی شروع می‌شود و متغیرها را یکی یکی اضافه می‌کند تا زمانی که هیچ متغیر اضافی مدل را بهبود نبخشد. این تکنیک‌ها همچنین می‌توانند در یک رگرسیون لجستیک گام به گام ترکیب شوند که بدون هیچ متغیری در مدل شروع می‌شود و متغیرها را اضافه و حذف می‌کند تا زمانی که بهبود بیشتری در مدل مشاهده نشود. بر همین اساس، پس از تحلیل، نتایج نهایی نشان داد که روش پس‌رو دارای بالاترین نتایج پیش‌بینی و درصد صحیح می‌باشد. از همین‌رو جدول (۲)، نتایج خروجی مدل بر اساس این روش را نشان می‌دهد. همان طور که از نتایج مشخص است، مدل نهایی پس از حذف متغیرهایی با درصد معناداری کمتر در مرحله ۱۸ به دست آمد. مقادیر معناداری کمتر از ۰/۰۵ نشان‌دهنده درصد بالای قابل اعتماد به متغیرهای خروجی مرحله ۱۸ و نهایی می‌باشد.

جدول (۳) متغیرهای وارد شده در مدل، نتایج آزمون والد (Wald) و مدل لجستیک نهایی را نشان می‌دهد.

جدول ۱ شرح متغیرها به همراه فراوانی آنها در تصادفات

نوع متغیر	نام متغیر	درصد فراوانی	نوع متغیر	نام متغیر	درصد فراوانی
شدت تصادف	خسارتی	۴۹	نوع راه	اصلی	۹۸,۵
	جرحی و فوتی	۵۱		فرعی	۱,۵
ساعت تصادف	۶ – ۲۱	۸۰	شرایط سطح راه	خشک و معمولی	۹۳,۵
	۲۱–۶	۲۰		مرطوب و خیس	۶,۵
روز	پنجشنبه و جمعه	۲۹,۳		آب گرفتگی	–
	روزهای کاری	۷۰,۷		یخبندان	–
ماه	بهار	۴۴,۷		شنی و خاکی	–
	تابستان	۵۵,۳	هندسه راه	مستقیم و مسطح	۹۹
	پاییز	–		پیچ	۰,۸
	زمستان	–		تقاطع	۰,۲
نحوه برخورد	جلو به جلو	۲۳,۱		پل	–
	جلو به پشت	۳۰,۶		دوربرگردان	–
	جلو به پهلو	۱۲,۶	وضع روشنایی	روز	۷۰,۱
	جلو به واژگونی	–		شب با نور کافی	۲۴,۱
	پشت به جلو	۳,۳		شب بدون نور کافی	۲,۲
	پشت به پشت	۱,۵		طلوع	۰,۲
	پشت به پهلو	۱,۲		غروب	۳,۵
	پشت – واژگونی	–	وضع هوا	صاف	۹۰,۲
	پهلو به جلو	۱۴,۳		ابری	۴,۵
	پهلو به پشت	۰,۶		بارانی و مه آلود	۵,۴
	پهلو به پهلو	۱۲,۸		برف	–
	پهلو– واژگونی	–	نوع وسیه‌نقلیه مقصر و غیرمقصر	ایرانی	۷۰,۷
سن مقصرین	زیر ۱۸ سال	۱,۲		چینی	۵,۵
	۱۸ – ۳۰	۲۲,۶		خارجی	۱۰,۲
	۳۱ – ۴۵	۴۷		سنگین	۶,۳
	۴۶ – ۶۰	۲۲,۷		موتورسیکلت	۱,۴
	بالای ۶۰	۶,۵		دوچرخه	–

جدول ۲ ضرایب مدل روش پیش‌رو

مرحله نهایی		کای‌دو	df	معناداری (Sig.)
مرحله ۱۸	Step	-۲/۳۵۳	۱	۰/۱۵۸
	Block	۲۱/۷۴۲	۷۰	۰/۰۰۰
	Model	۲۱/۷۴۲	۷۰	۰/۰۰۰

جدول ۳ متغیرهای مدل لجستیک شدت تصادفات شهر رشت- در طی دوران کوید ۱۹

متغیرهای مستقل	β	آماره (wald)	معناداری (.Sig)	Exp(β)
چهارشنبه	۱/۵۲۹	۲/۵۷۰	۰/۱۰۹	۰/۲۱۷
ساعت ۶ الی ۲۱	-۳/۳۴۵	۶/۳۶۴	۰/۰۱۲	۰/۰۳۵
ساعت ۲۱ تا ۶	۲/۴۴۶	۹/۲۰۵	۰/۰۰۲	۰/۰۸۷
رانندگان بالای ۶۰ سال	۲/۷۵۱	۵/۶۵۶	۰/۰۱۷	۱۵/۶۶
شرایط سطح راه خشک	-۱/۱۱۹	۳/۰۲۰	۰/۰۸۲	۳/۰۶۱
راننده مرد مقصر	۲/۰۶۳	۶/۹۴۶	۰/۰۰۸	۰/۱۲۷
برخورد جلو به جلو	۲/۲۰۴	۸/۱۷۶	۰/۰۰۴	۹/۰۵۷
وضعیت روشنایی روز	-۴/۳۴۳	۹/۳۲۳	۰/۰۰۲	۰/۰۱۳
وسیله نقلیه مقصر پراید	۱/۲۶۲	۴/۷۴۳	۰/۰۲۹	۳/۵۳۲
شی ثابت	۶/۷۳۴	۵/۳۳۸	۰/۰۲۱	۸۴۰/۳۲

آزمون والد یک آزمون آماری است که در رگرسیون لجستیک برای تعیین اهمیت متغیرهای پیش‌بین فردی در مدل استفاده می‌شود. انحراف پارامتر تخمین زده شده از مقدار فرضیه صفر آن را نسبت به خطای استاندارد پارامتر برآورد شده اندازه‌گیری می‌کند. از این آزمون برای ارزیابی اینکه آیا ضریب یک متغیر پیش‌بینی کننده به طور قابل توجهی با متغیر نتیجه مرتبط است یا خیر استفاده می‌شود. آزمون والد برای انتخاب متغیر و ساخت مدل مهم است، اما آزمون‌های دیگری نیز ممکن است برای تأیید اهمیت متغیر پیش‌بینی کننده استفاده شوند. این آزمون قابل مقایسه با آماره t در رگرسیون معمولی می‌باشد.

بر این اساس، ضرایب مثبت متغیرهای مستقل جدول (۳) بیانگر رابطه مثبت آنها با شدت تصادفات است. بدین مفهوم که متغیرهای مستقل روز چهارشنبه (روز کاری)، رانندگان مرد مقصر بالای ۶۰ سال، ساعت ۲۱ تا ۶ صبح، نحوه برخورد جلو به جلو و وسایل نقلیه مقصر پراید سبب افزایش احتمال وقوع تصادف فوتی یا جرحی نسبت به تصادف خسارتی می‌شوند. متغیرهایی با ضرایب منفی (ساعت ۶ تا ۲۱، شرایط سطح راه خشک و وضعیت روشنایی روز) سبب کاهش احتمال وقوع تصادف فوتی یا جرحی نسبت به تصادف خسارتی می‌شوند.

یکی از متغیرهای تأثیرگذار در افزایش تصادفات شهر رشت در طی دوران کوید، روز چهارشنبه می‌باشد. با توجه به ویژگی‌های جغرافیایی شهر رشت و نزدیکی روستاها و شهرهای مختلف به مرکز استان، این روز بیشترین جریان اوج ترافیک را تجربه می‌کند که حتی محدودیت‌های کرونا نیز در تغییر این روز نسبت به شرایط قبلی کرونا نیز اثرگذار نبود. علاوه بر این نتایج نشان می‌دهد که ساعات ۶ صبح تا ۲۱ سبب کاهش تصادفات می‌شود در حالی که ساعت ۲۱ تا ۶ صبح سبب افزایش تصادفات می‌شود که این موضوع نشان دهنده این نکته می‌باشد که محدودیت سفر شبانه سبب افزایش تصادفات شهر رشت شده است. به عبارت دیگر ترکیبی از عواملی چون عدم توجه به جلو و سرعت غیرمجاز می‌تواند یکی از عوامل ایجاد تصادفات در اثر محدودیت‌های شبانه کرونا باشد. نکته قابل توجه و مشابه سایر مقالات، تأثیرگذاری خودروی پراید به عنوان یک عامل منفی می‌باشد که می‌تواند سبب افزایش تصادفات شهر رشت در طی دوران کوید-۱۹ شده باشد. عابران پیاده همواره یک از آسیب‌پذیرترین گروهای کاربر راه می‌باشند که همه‌گیری کرونا نیز باعث کاهش این نوع از تصادفات نشده است بلکه حتی گروه سنی مسن عابران پیاده را نیز تحت شعاع قرار داده است. از جنبه عامل انسانی، رانندگان مرد بالای ۶۰ سال، با وسیله نقلیه ساخت ایران (پراید)، با برخورد جلو به جلو، تأثیرگذارترین پارامترهای شدت تصادف به علت عدم توجه به جلو است. سطح راه خشک و روشنایی روز نیز، به عنوان عامل محیطی نقش به‌سزایی در کاهش تصادفات دارد.

نتیجه‌گیری

از جمله مدل‌های معمول در زمینه تصادفات، مدل‌سازی با استفاده از رگرسیون لجستیک است. در مطالعه حاضر با بررسی فراوانی و میزان تأثیرگذاری پارامتر عدم توجه به جلو و

پارامترهای مختلف دیگر بر شدت تصادفات شهر رشت نتایج زیر حاصل شد:

۱- افزایش تصادفات در دوران همه‌گیری کرونا با توجه به اعمال محدودیت‌های تردد، یکی از موارد قابل تأمل می-باشد، که می‌توان تأثیر روانی شیوع کرونا بر شرایط جامعه را یکی از علل افزایش تصادف دانست.

۲- علت تامه عدم توجه به جلو یکی از شایعترین علت‌های تصادفات در نحوه برخورد جلو به جلو و جلو به پشت است. مهمترین علت عدم توجه به جلو در دوران کرونا می‌توان به برقراری تماس‌های آنلاین و تصویری در حین رانندگی دانست.

۳- شایعترین نحوه برخورد در تصادفات شهر رشت، برخورد جلو به جلو و برخورد جلو به پهلو است که لزوم توجه به بسترسازی مناسب برای توجه به رعایت حق تقدم را گوشزد می‌کند.

۴- با توجه به مدل نهایی به دست آمده از شدت تصادفات شهر رشت، متغیرهای مستقل روز چهارشنبه، رانندگان بالای ۶۰ سال، راننده مرد مقصر، نحوه برخورد جلو به جلو و وسایل نقلیه مقصر پراید سبب افزایش احتمال وقوع تصادف فوتی یا جرحی نسبت به تصادف خسارتی می‌شوند. متغیرهایی با ضرایب منفی (ساعت ۶ تا ۲۱، شرایط سطح راه خشک، آب و هوایی و وضعیت روشنایی روز) سبب کاهش احتمال وقوع تصادف فوتی یا جرحی نسبت به تصادف خسارتی می‌شوند.

پیشنهادات

کاهش تصادفات درون‌شهری می‌تواند بهبود ایمنی جامعه و کاهش صدمات جسمی و مالی ناشی از تصادفات را به همراه داشته باشد. برای این منظور، با توجه به نتایج مطالعات چند پیشنهاد برای کاهش تصادفات درون شهری ارائه می‌شود:

۱. رعایت قوانین رانندگی و مقررات ترافیکی. رعایت قوانین و مقررات رانندگی از جمله محدودیت سرعت، اولویت پیاده‌روها، استفاده از کمربند ایمنی، عدم تلفن همراه گرفتن در حین رانندگی و... می‌تواند به کاهش تصادفات کمک کند.

۲. افزایش آگاهی عمومی. ارائه آموزش‌های رانندگی و آگاهی عمومی درباره تصادفات و خطرات رانندگی، به خصوص در شرایط خاصی مانند دوران کرونا، می‌تواند به افزایش آگاهی رانندگان و رفتارهای ایمن رانندگی کمک کند.

۳. اصلاح رفتار رانندگان. توجیه اهمیت رفتار ایمن رانندگی و ارتقای مهارت‌های رانندگی ایمن، از جمله عدم مصرف مواد مخدر و الکل، اجتناب از تلفن همراه، عدم عجله و... می‌تواند تصادفات را کاهش دهد.

۴. اصلاح زیرساخت‌های رانندگی. بهبود زیرساخت‌های رانندگی شهری مانند نصب سیستم‌های ایمنی و ارتقای تجهیزات رانندگی مانند تابلوها و علائم راهنمایی و رانندگی، می‌تواند به افزایش ایمنی رانندگی و کاهش تصادفات کمک کند.

۵. استفاده از فناوری. انتشار فناوری‌های مدرن و هوشمند در خودروها و زیرساخت‌های راهنمایی و رانندگی، مانند سیستم‌های هشدار و کنترل ترافیک، سیستم‌های هوشمند شهری، کنترل هوشمند ترافیک، و همچنین استفاده از سامانه‌های حمل و نقل عمومی پیشرفته، می‌تواند به کاهش تصادفات درون شهری کمک کند.

سپاسگزاری

مراجع

1. J. Li, Z. Zhao, “Impact of COVID-19 Travel-Restriction Policies on Road Traffic Accident Patterns with Emphasis on Cyclists: A Case Study of New York City” *Accident Analysis & Prevention*, Vol. 167, 2022.

2. Ò. Saladié, E. Bustamante, A. Gutiérrez, “COVID-19 Lockdown and Reduction of Traffic Accidents in Tarragona Province, Spain” *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, Vol. 8, 2020.

3. Md. E. Shaik, S. Ahmed, an Overview of the Impact of COVID-19 on Road Traffic Safety and Travel Behavior. *Transportation Engineering*, Vol. 9, September 2022.

4. I. Bargegol, M. Kiomarsi, “Investigating Parameters Affecting Motorcyclist Injury Accidents on Urban Roads” *Guilan Police Science Journal*, 13^{th} row, 2015. (In Persian)

5. I. Brgegol, M. Somesaraei, “Statistical Analysis of Inner-City Accidents Based on Vehicle Type Using Logistic Model*”, Master's Thesis, Road and Transportation, Gilan University,* 2015. (In Persian)

6. P. Gribe, Accident Prediction Models for Urban Roads, *Accident analysis & Prediction*, Vol. 35, no. 2, pp. 273- 285, 2003.

7. X. Yan, E. Radwan, M A. Aty, Characteristics of Rear- End Accident at Signalized Intersection Using Multiple Logistic Regression Model, *Accident analysis & Prevention*, Vol. 37, 2005, pp. 983- 995, 2005.

8. V. Najafi Moghaddam Gilani, S. M. Hosseinian, M. Ghasedi, M. Nikookar, “Data-Driven Urban Traffic Accident Analysis and Prediction Using Logit and Machine Learning-Based Pattern Recognition Models”, *Mathematical problems in engineering*, Article ID 9974219, 2021.

9. H. Bhuiyan, J. Ara, K. Md. Hasib, Md. I. H. Sourav, F. B. Karim, C. Sik-Lanyi, G. Governatori, A. Rakotonirainy, S. Yasmin “Crash Severity Analysis and Risk Factors Identification Based on an Alternate Data Source: a Case Study of Developing Country”, *Scientific Reports*, Vol. 12, Article number: 21243, 2022.

10. I. Bargegol, M. Nazeri, V. Najafi Moghaddam Gilani, “Modeling of urban accidents using logistic regression”, *the first national conference on road and transportation engineering Guilan University*, 2017. (In Persian)